

УДК 630.232

**ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОРΟΣЛЕЙ В ОЦЕНКЕ  
СОСТОЯНИЯ АГРОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ПОЧВ****Неходимова С.Л.,****научный руководитель канд. биол. наук. Фомина Н.В.*****ФГБОУ ВПО Красноярский государственный аграрный университет***

В настоящее время общее количество обнаруженных в почве видов водорослей составляет около двух тысяч. Предположительно это менее 10% существующих в природе видов. Ежегодно альгологии выявляют все новые и новые виды. В почве преимущественно развиваются водоросли четырех отделов: Chlorophyta (зеленые), Xanthophyta (желто-зеленые), Bacillariophyta (диатомовые) и Cyanophyta (сине-зеленые). Значительно реже встречаются красные (Rhodophyta) и евгленовые (Euglenophyta) водоросли. В отличие от всех остальных водорослей сине-зеленые относятся к прокариотам, так как их клетки не имеют морфологически обособленного ядра. Поэтому в последнее время эту группу стали относить к бактериям и рассматривают как цианобактерии (Cyanobacteria).

Альгофлора почв включает две экологические группировки: наземные водоросли, образующие макроскопически заметные талломы на поверхности почвы, и собственно почвенные водоросли – микроскопические формы, обитающие в аккумулятивной части почвенного профиля.

Численность водорослей в разных местообитаниях колеблется от нескольких тысяч до нескольких миллионов клеток в 1 грамме почвы.

При использовании водорослей для оценки текущего состояния почвы можно применять два подхода.

Первый (альготестирование) заключается в том, что в исследуемую почву (или водную вытяжку из нее) вносят водоросли и по их реакции судят о почве. Второй (альгоиндикация) предусматривает оценку качества почвы по состоянию водорослей, живущих в ней.

В качестве биоиндикаторов водоросли имеют ряд преимуществ перед другими почвенными организмами: во-первых, они относительно легко идентифицируются до вида, что дает возможность быстрого проведения анализа и сопоставления альгофлоры различных почв;

во-вторых, они быстро реагируют на изменение почвенных условий;

в-третьих, водоросли сходны с высшими растениями по реакции на изменение состояния почвы;

в-четвертых, культивирование водорослей отличается простотой и дешевизной.

В зависимости от скорости проявления биоиндикаторных реакций выделяют несколько различных типов чувствительности тест-организмов:

- I тип - биоиндикатор проявляет внезапную и сильную реакцию, продолжающуюся некоторое время, после чего перестает реагировать на загрязнитель.

- II тип - биоиндикатор в течении длительного времени линейно реагирует на воздействие возрастающей концентрации загрязнителя.

- III тип - после немедленной, сильной реакции у биоиндикатора наблюдается ее затухание, сначала резкое, затем постепенное.

- IV тип - под влиянием загрязнителя реакция биоиндикатора постепенно становится все более интенсивной, однако достигнув максимума постепенно затухает.

- V тип - реакция и типы неоднократно повторяются, возникает осцилляция биоиндикаторных параметров.

Особенностью почвенных водорослей является их фототрофность, которая обуславливает характеристику альгосинузий по тем же критериям, что и для высших

растений, т.е. оценивается видовой состав, наличие видов-доминантов, встречаемость отдельных видов или групп водорослей, распределение водорослей в профиле почвы, количественные характеристики сообщества. Особое внимание обращается на выделение видов-эдификаторов, хотя на формирование почвенных альгосинузий оказывает влияние весь комплекс экологических факторов.

Сообщества почвенных водорослей служат простейшим примером автономной замкнутой системы, стабильность которой основана на трофическом взаимодействии автотрофов и гетеротрофов. Органическое вещество водорослей служит началом трофических цепей. Основные потребители водорослей – животные-альгофаги: амёбы, нематоды, коллемболы, и др. – выедают водоросли, заглатывая их в чистом виде или вместе с почвой и листовым опадом. При резких изменениях в состоянии эдафона наступают коренные изменения в сложении альгосинузий.

В качестве основных реакций почвенных водорослей на разные виды воздействий отмечается:

1. угнетение и выпадение некоторых групп водорослей;
2. полная замена одних группировок водорослей другими;
3. частичная стерилизация почвы, т.е. полное исчезновение альгосинузий.

К настоящему времени определились три основных направления использования водорослей для биодиагностики почв:

- выявление особенностей группировок водорослей, свойственных тем или иным почвам;
- поиск видов-индикаторов определенных почвенных свойств;
- использование отдельных видов водорослей в качестве тест-объектов при анализе текущего состояния почвы в природных условиях или модельных системах.

По мере возрастания антропогенной нагрузки в реакции альгогруппировок можно выделить несколько стадий:

1. *Изменение характера флуктуации количественных параметров альгогруппировок.* Количественные параметры альгогруппировок (численность, биомасса, продукция, скорость обновления органического вещества и др.) быстро реагируют на антропогенные воздействия увеличением или уменьшением своей величины. При этом нарушается естественный характер их флуктуации. Разграничение флуктуации, вызванных естественными факторами и антропогенными, требует значительного объема работы с привлечением статистических методов.

2. *Увеличение видового разнообразия.* Изменение пула численности и биомассы. Разрушение почвенно-растительного покрова приводит к увеличению количества экологических ниш для водорослей, что в свою очередь вызывает возрастание флористического разнообразия в альгогруппировках за счет вселенцев и видов эксплерентов, которые в ранее существовавших условиях находились в неактивном состоянии, а при изменившихся условиях перешли к вегетации. В то же время степень антропогенной нагрузки еще незначительна и не вызывает "выпадения" чувствительных к ней видов. В новых экологических условиях изменяется и пул почвенных водорослей. Под пулом почвенных водорослей мы понимаем определенное минимальное их количество, свойственное данной почве. Величина пула обуславливается с одной стороны физико-химическими особенностями почвы, с другой - характером взаимодействий водорослей с различными группами почвенного населения и высшими растениями, сложившимся в процессе коэволюции.

3. *Снижение видового разнообразия.* Дальнейшее увеличение антропогенной нагрузки приводит к снижению видового разнообразия водорослевого сообщества по сравнению с видовым разнообразием второго этапа. Оно происходит за счет выпадения из альгогруппировок видов чувствительных к данному типу антропогенного воздействия. Однако, видовое разнообразие, как правило, остается выше видового разнообразия альгогруппировок фоновых (не нарушенных) территорий.

4. *Выпадение из сообщества желто-зеленых водорослей.* При усилении антропогенной нагрузки сообщество "покидают" желто-зеленые водоросли, которые являются наиболее чувствительными к различным антропогенным факторам. Это явление - один из самых характерных признаков наличия техногенного загрязнения почвы. Желто-зеленые водоросли чувствительны к загрязнению почвы тяжелыми металлами, нефтью, нефтепродуктами, поверхностно-активными веществами, ядохимикатами.

5. Формирование альгогруппировок, где наблюдается сильное преобладание, как по числу видов, так и по количественным показателям представителей какого-либо одного из основных отделов почвенных водорослей (сине-зеленых, зеленых, диатомовых).

6. Формирование альгогруппировок состоящих из водорослей одного отдела. По таким альгогруппировкам можно идентифицировать тип загрязнения почвы. Так, при сильном загрязнении тяжелыми металлами, поверхностно-активными веществами, подкислении почвы формируются альгогруппировки состоящие из зеленых водорослей. При подщелачивании, загрязнении почвы органическими веществами формируются альгогруппировки состоящие из сине-зеленых водорослей. Флористическое разнообразие таких альгогруппировок невысокое и значительно уступает по этому показателю альгогруппировкам фоновых территории.

7. На заключительных этапах дигрессии водорослевое сообщество представлено альгокатаценозом, включающим 1-2 вида водорослей, представленных деформированными особями, часто не пригодными для видовой идентификации. После гибели альгокатаценоза остается техногенная пустыня, где растения не способны существовать.

Первая, вторая, третья и четвертая стадия наблюдаются в условиях слабого и среднего разрушения экосистемы, когда высшая растительность еще сохраняется. Пятая, шестая и седьмая наблюдаются на фоне гибели высших растений, полной деградации почвенного покрова.

Методы биоиндикации в альгологии разрабатываются с начала 20 века. Однако можно констатировать, что на сегодняшний день наиболее полно сформулирована система оценки качества вод и состояния водных экосистем по сообществам водорослей-индикаторов, в то время как в почвенной альгологии методы индикации практически не разработаны. Все существующие в почвенной альгологии методы индикации не унифицированы, и разработаны лишь для локальных территорий.

В использовании водорослей для индикации изменений, происходящих в почве под влиянием антропогенных факторов, выделяют два направления:

1) о характере и степени техногенного воздействия судят по структуре сообщества почвенных водорослей;

2) используют определенные виды водорослей в качестве тест-объектов в условиях лабораторного опыта.

Одним из самых показательных составляющих при использовании водорослей в качестве индикаторов почвенных условий является их систематический состав. По преобладанию тех или иных систематических групп можно судить о некоторых свойствах почв (гранулометрическом составе, кислотности, влажности и др.). Система биоиндикации развивалась таким образом, что сначала было замечено появление или исчезновение определенных видов в конкретных условиях среды. То есть в качестве индикатора условий использовалась система: присутствует вид или группа видов или отсутствует. Система развивалась по направлению расширения списка видов-индикаторов, которые позднее стали группироваться по наиболее ярко выраженным характеристикам условий. Количественные характеристики обилия видов включились в систему индикации позднее сначала в балльной, а затем в доленой форме.

Биоиндикационные методы на основе видового состава сообществ и обилия водорослей дают интегральную оценку природных и антропогенных процессов, протекавших в почве.

Альгоиндикация по сообществам водорослей – дешевый и чувствительный экспресс-метод, в то время как химические анализы могут быть очень трудоемкими и дорогостоящими. Кроме того, преимуществом водорослей является то, что они первыми в трофической цепи реагируют на загрязнение, не успевая накапливать в предельных концентрациях загрязнители. Реакцией на изменение условий среды является изменение состава и обилия организмов, причем смена сообщества водорослей может произойти в течение нескольких часов при смене условий среды.

Почвенные водоросли различаются по степени устойчивости к воздействию антропогенного фактора. Об устойчивости вида можно судить по особенностям его распространения в почвах разной степени загрязненности.

Виды, исчезающие при воздействии на почвы потоков вещества, относят к группе неустойчивых; виды, встречающиеся в почвах, испытывающих слабое воздействие, относят к группе слабоустойчивых; виды, встречающиеся в почвах, испытывающих сильное воздействие – к группе устойчивых. Исчезновение неустойчивых и слабоустойчивых видов индицирует начальные стадии антропогенного воздействия, появление устойчивых видов – более сильное преобразования почв.

Таким образом, водоросли могут использоваться как модельные организмы при изучении некоторых вопросов питания растений: доступности элементов питания, их динамики и соотношения, потребности в удобрениях и трансформации биогенных элементов, поступающих с ними, естественной токсичности почв и торфов и токсичности почв вследствие накопления остаточных пестицидов, наличия органических загрязнений, засоленности и т.д.